1-6 Doc. 7

ELECTROSTATIC CHUCK

Patent Number: JP11220012

Publication date: 1999-08-10

Inventor(s): TSURUZONO SUKEZOU; AIDA HIROSHI; SAKIMOTO TOSHIKAZU; HAMAYAMA KOUZOU

Applicant(s): KYOCERA CORP

Requested Patent: ☐ JP11220012

Application Number: JP19980018837 19980130

Priority Number(s):

IPC Classification: H01L21/68; B23Q3/15; C04B35/584; H02N13/00

EC Classification:

Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electrostatic chuck which has high strength, low resistance value, and electrostatic absorptivity over a wide range.
SOLUTION: A surface 5 of an electrostatic chuck for attracting an object to be fixed is formed of a sintered silicon nitride material, containing ytterbium(Yb) at a rate of 1-20 mol.% expressed in terms of its oxide. When the surface 5 is formed of the sintered material having a specific volume resistance of 10<8> -10<12> &Omega .cm in the temperature range of 100-250 deg.C, an electrostatic chuck having high strength, high thermal shock resistance, and stable attracting force in the temperature range of 100-250 deg.C can be obtained.

1-6

JP 11-220012, A

[Title of the Invention]

ELECTROSTATIC CHUCK

[Abstract]

[Object] To provide an electrostatic chuck having high strength, low resistance, and electrostatic adsorption capability in a wide range.

[Solution] A surface 5 for adsorbing an object to be fixed is formed from a silicon nitride-based sintered body, with silicon nitride as a main composition, containing ytterbium (Yb) at a rate of 1 to 20% by mole in terms of oxide and having characteristics in that a specific volume resistance is 10^5 to 10^{12} Ω·cm in a temperature range of 100°C to 250°C, so that it is possible to obtain an electrostatic chuck having high strength, high thermal shock resistance, and stable adsorbing force in a temperature range of 100°C to 250°C.

[Claim]

[Claim1]

1. An electrostatic chuck comprising a surface for adsorbing an object to be fixed which is formed from a silicon nitride-based sintered body, with silicon nitride as a main composition, containing ytterbium (Yb) at a rate of 1 to 20% by mole in terms of oxide.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to an electrostatic chuck for electrostatically adsorbing and holding a wafer in a semiconductor producing device or transferring the wafer.

[0002]

[Prior Art]

Conventionally, in a semiconductor producing device, it is required to hold a silicon wafer while keeping the flatness in order to carry out film formation or etching of a semiconductor of such as the silicon wafer and as such holding means is proposed mechanical, vacuum-adsorption or electrostatic adsorption means. Among these holding means, an electrostatic chuck capable of electrostatically holding a silicon wafer has been used most frequently since it can easily realize the flatness and parallel degree of a processed face, which are required at the time of processing a silicon wafer and it can subject a silicon wafer to processing treatment in vacuum.

[0003]

As conventional electrostatic chucks have been proposed those comprising insulating layers of such as alumina, sapphire and the like on electrode plates (in Japanese Unexamined Patent Publication No. 60-261377), those comprising conductive layers on insulating substrates and further insulating layers thereon (in Japanese Unexamined Patent Publication No. 4-34953), and those comprising conductive layers embedded in insulating substrates (in Japanese Unexamined Patent Publication No. 62-94953) and the like.

[0004]

Recently, along with the improvement of the integration degree of integrated circuits of a semiconductor device, it is required: to give high precision to an electrostatic chuck; and to produce an electrostatic chuck from a ceramic excellent in corrosion resistance, wear resistance and thermal impact resistance.

[0005]

So far, it is proposed to produce a surface for adsorbing an object to be fixed of an electrostatic chuck from an aluminum nitride-based sintered body from a viewpoint of the high thermal conductivity and plasma resistance in Japanese Unexamined Patent Publication No. 62-286247.

[0006]

Generally, the intrinsic volume resistance of an insulator of such as a ceramic is decreased following the temperature increase. For example, in the case of aluminum nitride, it is decreased from 10^{14} Ω·cm or more at room temperature to 10^{11} Ω·cm or less at 300°C. There occurs a problem of residual adsorption at a temperature from room temperature to 300°C and it becomes difficult to carry out stable operation and the temperature for use is limited. Especially, at a use temperature of 250°C or less which is required most, there is a problem that the volume resistivity of 10^{8} to 10^{12} Ω·cm cannot be obtained and therefore a high adsorption force cannot be obtained.

[0007]

In order to stably operate an electrostatic chuck, Japanese Unexamined Patent Publication No. 2-16044 proposes a structure in which two or more insulating layers are laminated and electrode layers, electric

circuits and switches are formed in the respective layers to make the electrostatic chuck durable for the use in a wide temperature range from room temperature to 400°C. Further, Japanese Unexamined Patent Publication No. 4-300137 proposes an electrostatic chuck in which heaters and temperature detectors such as thermocouples are disposed and a control part is installed externally to stabilize the adsorption force by controlling the electric power part following the temperature change and to widen the temperature range for use. Also, Japanese Unexamined Patent Publication No. 5-315435 proposes means in which dielectric layers are formed using a plurality of materials having different resistivities and the voltage application is changed depending on the temperature for use.

[0008]

[Problems to be Solved by the Invention]

An aluminum nitride or alumina has been conventionally investigated so as to use it as a dielectric insulator for forming the surface of an electrostatic chuck. However such a dielectric insulator is inferior in strength and thermal impact resistance and is still incapable of giving stable adsorption force in a range from a low temperature to a high temperature. As described above, specific control or structure such as change of the structure of an electrostatic chuck or electric control is required to widen the temperature range for use.

[0009]

However, in the case of using electrostatic chucks in which electrode layers are increased by layering two or more insulating layers or for which dielectric layers formed from a plurality of materials with different

resistivities, the electric circuits are also complicated and the structures of the electrostatic chucks themselves are complicated. Therefore, the production steps become complicated to result in deterioration of the reliability as products and cost up of the products.

[0010]

Further, in the methods for controlling the application voltage by detecting the temperature of heaters built in the inside, there is also a problem that the electrostatic chucks cannot be used when temperature detectors such as thermocouples become out of order since the detectors are disposed in the electrostatic chucks. Further, also in this means, the intrinsic properties of ceramic materials do not change essentially; therefore, the fact that the use area is originally limited does not change.

[0011]

Accordingly, an object of the present invention is to provide an electrostatic chuck having high strength and low resistance and capable of carrying out electrostatic adsorption in a wide range.

[0012]

[Means for Solving the Problems]

On the basis of the results of the present inventions into ceramic resistors forming the surface of an electrostatic chuck, especially materials composing the electrostatic chuck, from a viewpoint of the above-mentioned problems, the present inventors have found that addition of ytterbium to silicon nitride at a prescribed ratio provides characteristics that the intrinsic volume resistance is 10^8 Ω·cm to 10^{12} Ω·cm in a temperature range from 100°C to 250°C and have accomplished an electrostatic chuck having

stable adsorption force at least in a temperature range from 100°C to 250°C by using such a sintered body for an object matter-adsorbing face.

[0013]

That is, the present invention provides an electrostatic chuck comprising a surface for adsorbing an object to be fixed which is formed of a silicon nitride-based sintered body, with silicon nitride as a main composition, containing ytterbium (Yb) at a rate of 1 to 20% by mole in terms of oxide.

[0014]

[Operations]

A silicon nitride-based sintered body has high thermal conductivity as compared with an alumina which is mainly used as a material for a conventional electrostatic chuck and, also, has high strength and thermal impact resistance as the intrinsic material properties as compared with aluminum nitride or the like; therefore, it is advantageous to make an apparatus lightweight. However the intrinsic volume resistance of a common silicon nitride-based sintered body is about 10^{21} Ω·cm and high adsorption force cannot be obtained.

[0015]

According to the present invention, the valence of Yb is changed when ytterbium (Yb) is used as an additive to a sintered body and it is supposed that the sintered body is provided peculiarly with intrinsic volume resistance changed to 10^{8} to 10^{12} Ω·cm in a temperature range from 100°C to 250°C. Such peculiar change is attributed particularly to Yb and it is confirmed that no resistance change is observed in the case of using Y_2O_3,

La_2O_3, Sc_2O_3, Sm_2O_3, Gd_2O_3, Nd_2O_3, Ho_2O_3, Er_2O_3, Tm_2O_3, Lu_2O_3 and the like used conventionally as sintering aids for silicon nitride.

[0016]

According to the present invention, use of a silicon nitride-based sintered body with Yb-containing system for an adsorbing face makes it possible to obtain an electrostatic chuck provided with excellent adsorption properties in a temperature range from 100°C to 250°C as well as high thermal conductivity, high strength and high thermal impact resistance made of the silicon nitride-based sintered body.

[0017]

[Embodiments of the Invention]

As shown in Fig. 1, an electrostatic chuck 1 of the present invention comprises an electrode layer 4 to which voltage is to be applied on the surface of an insulating substrate 2 made of a ceramic such as alumina, aluminum nitride, silicon nitride and the like with an intrinsic volume resistance 10^{14} Ω·cm or more at room temperature and a dielectric layer 3 made of a ceramic resistor on the electrode layer 4.

[0018]

The dielectric layer 3 is formed at least on an adsorbing face 5 for a surface for adsorbing an object to be fixed such as a silicon wafer 10 or the like or on the entire face of the insulating substrate 2 exposed in an semiconductor producing device. It is noted that heaters may be embedded in the insulating substrate 2 without any trouble. Further, a cooling medium channel may be formed to cool the electrostatic chuck.

[0019]

In the present invention, the dielectric layer 3 is made of a sintered body containing mainly silicon nitride and ytterbium (Yb) in 1 to 20% by mole, preferably 2 to 7% by mole, in terms of oxide. The sintered body has an intrinsic volume resistance from 10^8 to 10^{12} Ω·cm at least in a temperature range from 100°C to 250°C.

[0020]

Such a silicon nitride-based sintered body is produced as follows: a proper amount of an organic binder is added to a mixture containing mainly a silicon nitride raw material and 1 to 20% by mole, preferably 2 to 7% by mole, of ytterbium oxide (Yb_2O_3), and the obtained mixture is formed into an optional shape by a desired forming means such as a die press, an cold isohydrostatic press, an extrusion molding or the like.

[0021]

After that, the formed body is fired at a temperature of 1600°C to 2000°C in non-oxidizing atmosphere of nitrogen or the like to obtain a sintered body with a relative density of 95% or more. At the time of firing, when the firing temperature exceeds 2000°C, silicon nitride is decomposed; therefore, it is required to carry out the firing in atmosphere of nitrogen pressurized to 5 atmospheric pressure or more. Methods applicable for the firing may be a normal pressure firing method, a nitrogen gas pressurizing firing method, a hot press method, a hot isohydrostatic firing method and the like.

[0022]

Further, in production of an electrostatic chuck, a sintered body having an intrinsic volume resistance 10^{15} Ω·cm or more, which is obtained

by : producing a formed body by adding 1 to 20% by mole of rare earth metal oxides such as Y_2O_3, Er_2O_3, Sm_2O_3 and the like with which the valence of Yb is not changed to silicon nitride: and firing the formed body in the same manner as described above, is preferable to be used for the insulating substrate 2 and in such a case, the electrode layer 4 may be formed by applying a high melting point metal such as tungsten, molybdenum and the like to the formed body surface of the insulating substrate 2 by printing and then simultaneously firing the metal with the substrate.

[0023]

It is noted that the above-mentioned insulating substrate 2 bearing the electrode layer 4 and the low resistance dielectric layer 3 may be: joined to each other after firing; or unified by simultaneously firing the formed body after joining the respective formed bodies of them to each other.

[0024]

According to the present invention, a case that the ceramic material is used for the electrostatic chuck is described; however, the ceramic resistor of the present invention may be used also for parts for preventing static electricity, for example, an arm for transporting wafers, a jig for handling wafer in a semiconductor fabrication apparatus as well as for a heater material, an external pipe of a vacuum tube, and the like.

[0025]

[Examples]

After a variety of additives in respective ratios shown in Table 1 were added to and mixed with a silicon nitride powder having an average particle diameter of 0.5 μm and oxygen content of 1.2% by weight, the

resulting mixtures were press-formed into disk-like formed bodies with a diameter of 200 mm and the respective formed bodies were fired at 1900°C in nitrogen atmosphere of 9 atmospheric pressure.

[0026]

After each sintered body was cut into 2 mm-thick pieces, the obtained specimens were subjected to relative density measurement by Archimedes' method and the intrinsic volume resistance measurement.

[0027]

The resistance measurement was carried out at the time of decreasing the temperature of nitrogen atmosphere after annealing of each sintered body at 400°C in vacuum and introducing dried nitrogen. The intrinsic volume resistance was measured in a temperature from 100°C to 250°C and those having an intrinsic volume resistance in a range of 10^8 to 10^{12} Ω·cm were marked with ○ and those having an intrinsic volume resistance out of the range of 10^8 to 10^{12} Ω·cm were marked with × in Table 1.

[0028]

The above-mentioned respective sintered bodies were formed so as to form adsorbing faces of electrostatic chucks and the obtained respective formed bodies for forming adsorbing faces of electrostatic chucks were laminated on and press bonded to the surfaces of substrate formed bodies comprising insulating substrate formed bodies of silicon nitride containing 3% by mole of Y_2O_3 and tungsten electrodes embedded therein. After that, the laminated formed bodies were simultaneously fired in the above-mentioned conditions and then the adsorbing faces were polished to

obtain electrostatic chucks with an outer diameter of 200 mm.

[0029]

For the respective electrostatic chucks, silicon wafers with an 8-inch diameter were mounted and a 300 V voltage was applied between them and the electrodes for electrostatic adsorption at 1500°C to adsorb and hold the wafers to and on the adsorbing faces. In such a state, the force needed to part the silicon wafers was measured as the adsorbing force. The results are shown in Table 1.

[0030][Table 1]

No.	Additive	Addition amount (% by mole)	Thermal conductivity (W/mK)	Bending strength (MPa)	Relative density (%)	Resistance	Adsorbing force at 150°C (kg/cm^2)
*1	Yb_2O_3	0.5	50	550	94	×	12
2	Yb_2O_3	1.0	63	620	96	○	320
3	Yb_2O_3	2.0	70	820	100	○	330
4	Yb_2O_3	5.0	65	830	100	○	327
5	Yb_2O_3	8.0	50	750	100	○	331
6	Yb_2O_3	10.0	55	650	99	○	333
7	Yb_2O_3	15.0	53	650	99	○	348
8	Yb_2O_3	20.0	50	650	99	○	400
*9	Yb_2O_3	25.0	30	500	99	×	180
*10	Y_2O_3	5.0	35	700	99	×	10
*11	Er_2O_3	5.0	60	780	99	×	6

*12	Sn_2O_3 5.0	55	760	99	×	8
*13	Al_2O_3 sintered body	18	310	99	×	3
*14	AlN sintered body	86	280	98	×	5

* mark indicates samples out of the scope of the present invention.

[0031]

As being made clear from the results in Table 1, the resistance and the adsorbing force of ceramics were changed depending on the composition of the sintered bodies and sample Nos.2 to 8 containing 1 to 20% by mole of Yb_2O_3 all had an intrinsic volume resistance of 10^8 to 10^{12} Ω·cm in a temperature range from 100°C to 250°C and showed high adsorbing capability. On the other hand, the sample No. 1 containing smaller than 1% by mole of Yb_2O_3 had a high intrinsic volume resistance and insufficient adsorbing force. The sample No. 9 containing more than 20% by mole of Yb_2O_3 had too low resistance and showed low adsorbing force.

[0032]

Also in the case of sample Nos. 10 to 12 using Y, Er and Sm, which are rare earth elements same as Yb, respectively, and sample Nos. 13 and 14 of an Al_2O_3 sintered body and an AlN sintered body, their resistance values exceeded 10^{14} Ω·cm and their adsorbing force values were insufficient.

[0033]

[Effects of the Invention]

As described above in detail, according to the present invention, an electrostatic chuck having stable adsorbing properties in a temperature range from 100°C to 250°C, leaving no residual adsorbing force, and provided with high strength and thermal impact resistance in semiconductor production process can be obtained by forming the adsorbing face of the electrostatic chuck using a silicon nitride-based sintered body containing a specified ratio of Yb. Accordingly, the electrostatic chuck is provided with excellent reliability and long term stability.

[Brief Description of the Drawings]

Fig. 1(a) is a perspective view of an electrostatic chuck of the present invention, and Fig. 1(b) is a cross-sectional view taken along line X-X of Fig. 1(a).

[Explanation of the Symbols]

1 electrostatic chuck

2 insulating substrate

3 dielectric layer

4 electrode layer

5 adsorbing face

10 silicon wafer

文献5

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号

特開平11－220012

(43)公開日　平成11年(1999)８月10日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	ＦＩ	
Ｈ０１Ｌ　21/68		Ｈ０１Ｌ　21/68	Ｒ
Ｂ２３Ｑ　3/15		Ｂ２３Ｑ　3/15	Ｄ
Ｃ０４Ｂ　35/584		Ｈ０２Ｎ　13/00	Ｄ
Ｈ０２Ｎ　13/00		Ｃ０４Ｂ　35/58	１０２Ｃ

審査請求　未請求　請求項の数１　ＯＬ　（全５頁）

(21)出願番号　特願平10－18837

(22)出願日　平成10年(1998)１月30日

(71)出願人　000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地

(72)発明者　鶴薗　佐蔵
鹿児島県国分市山下町１番４号　京セラ株式会社総合研究所内

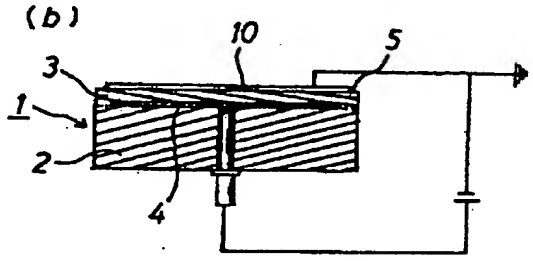
(72)発明者　会田　比呂史
鹿児島県国分市山下町１番４号　京セラ株式会社総合研究所内

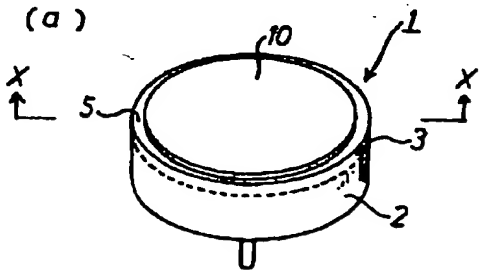
(72)発明者　嵜元　敏和
鹿児島県国分市山下町１番４号　京セラ株式会社総合研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　静電チャック

(57)【要約】
【課題】優れた強度を有するとともに、低抵抗化を有し、幅広い範囲で静電吸着性を有する静電チャックを提供する。
【解決手段】被固定物吸着面５を、窒化ケイ素を主成分として、イッテリビウム（Ｙｂ）を酸化物換算で１～２０モル%の割合で含有する窒化ケイ素質焼結体であって、１００℃から２５０℃の温度範囲において体積固有抵抗率が10^{9}～10^{12}Ω・ｃｍの特性を有する焼結体によって形成することにより、強度および耐熱衝撃性に優れ、しかも少なくとも１００℃から２５０℃の温度範囲で安定した吸着力を持つ静電チャックを得る。





1

【特許請求の範囲】

【請求項１】被固体物吸着面が、窒化ケイ素を主成分として、イッテルビウム（Ｙｂ）を酸化物換算で１～２０モル％の割合で含有する窒化ケイ素質焼結体からなることを特徴とする静電チャック。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体製造装置等においてウエハを静電的に吸着保持して処理したり、搬送するための静電チャックに関するものである。

【０００２】

【従来技術】従来より、半導体製造装置において、シリコンウエハ等の半導体を成膜やエッチングするためにはシリコンウエハの平坦度を保ちながら保持する必要があるが、このような保持手段としては機械式、真空吸着式、静電吸着式が提案されている。これらの保持手段の中で静電的にシリコンウエハを保持することのできる静電チャックはシリコンウエハの加工を行うに際して要求される加工面の平坦度や平行度を容易に実現することができ、さらにシリコンウエハを真空中で加工処理することができるため、半導体の製造に際して最も多用されている。

【０００３】従来の静電チャックは、電極板の上にアルミナ、サファイヤ等からなる絶縁層を形成したもの（特開昭６０－２６１３７７号）、絶縁性基体の上に導電層を形成しその上に絶縁層を形成したもの（特開平４－３４９５３号）、絶縁性基体内部に導電層を組み込んだもの（特開昭６２－９４９５３号）などが提案されている。

【０００４】近年、半導体素子の集積回路の集積度が向上するに従い、静電チャックの精度が高度化し、さらに耐食性、耐摩耗性、耐熱衝撃性に優れたセラミックス製静電チャックが要求されるようになってきた。

【０００５】従来より、静電チャックの被固定物吸着面を高熱伝導性、耐プラズマ性の点から窒化アルミニウム質焼結体によって形成することが特開昭６２－２８６２４７号等にて提案されている。

【０００６】一般に、セラミックス等の絶縁体の体積固有抵抗値は温度が上昇するに伴い低下する。例えば窒化アルミニウムの場合には、室温では10^{14}Ω・ｃｍ以上から３００℃で10^{11}Ω・ｃｍ以下に減少し、室温から３００℃では残留吸着などの問題が発生して安定した動作を得るのは困難であり、使用温度に制限がある。特に、需要の多い２５０℃以下の使用温度では、10^{9}～10^{12}Ω・ｃｍが得られず、大きな吸着力が得られない問題があった。

【０００７】安定して静電チャックを使用するために、特開平２－１６０４４４号には絶縁層を２層以上積層するとともにそれぞれの層に対応する電極層及び電気回路、スイッチングを設けて、室温から４００℃までの幅広い温度範囲の使用に耐えられるような構造が提案されている。また、特開平４－３００１３７号には静電チャック内にヒータ、熱電対などの温度検出器を取付け、外部に制御部を設けて温度変化にともなって電源部を制御して吸着力を安定させ、使用温度範囲を広げることも提案されている。さらに、特開平５－３１５４３５号は誘電体層を複数の抵抗率の異なる材質で形成し、使用温度によって電圧印加の切り替えを行う方法も提案されている。

2

【０００８】

【発明が解決しようとする問題点】静電チャックの表面を形成する誘電性絶縁体として、従来から窒化アルミニウムやアルミナなどが検討されているが、これらの誘電性絶縁体では、強度および耐熱衝撃性が低く、しかも低温から高温まで安定した吸着力を得るには至っておらず、上述のように静電チャックの構造を変えたり、電気的な制御により使用できる温度範囲を広げるなどの格別な制御、構造を必要とする。

【０００９】しかし、前述したような絶縁層を２層以上積層して電極層を増やしたものや複数の抵抗率の異なる材質を誘電体層として用いた場合、電気回路も複雑となり、静電チャック自体の構造が複雑になるために製造工程が煩雑であり、そのために製品の信頼性が低下したり、コストが高くなるといった欠点があった。

【００１０】また、ヒータを内蔵してその温度を検知し、印加電圧を制御する方法においても静電チャック内に熱電対などの温度検知器を内蔵するために検知器が故障すると使用不可能になるという問題があり、またこの方法においてもセラミック材料の持つ特性は本質的に変化しないことから、その使用範囲には自ずと限界があることには変わりがない。

【００１１】従って、本発明の目的は、高い強度を有するとともに、低抵抗化を有し、幅広い範囲で静電吸着性を有する静電チャックを提供することを目的とするものである。

【００１２】

【課題を解決するための手段】本発明者等は、上記問題点に対して静電チャックの表面を形成するセラミック抵抗体について特に静電チャックを構成する材料の観点から検討を重ねた結果、窒化ケイ素にイッテルビウムを特定の比率で含有せしめることによって、１００℃から２５０℃の温度範囲において体積固有抵抗率が10^{9}～10^{12}Ω・ｃｍの特性を有することを見いだし、この焼結体を被固定物吸着面に適用することにより、少なくとも１００℃から２５０℃の温度範囲で安定した吸着力を持つ窒静電チャックを得るに至った。

【００１３】即ち、本発明の静電チャックは、被固定物吸着面が、窒化ケイ素を主成分として、イッテルビウム（Ｙｂ）を酸化物換算で１～２０モル％の割合で含有する窒化ケイ素質焼結体からなることを特徴とするもので

ある。

【００１４】

【作用】窒化ケイ素質焼結体は、従来静電チャックの材料として主に用いられているアルミナに比べて熱伝導率が高く、また窒化アルミニウム等に比較して材料自体の強度や熱衝撃性も高く、また、装置の軽量化が可能である点で有利であるが、通常の窒化ケイ素質焼結体の体積固有抵抗率は10^{14}Ω・ｃｍ程度であり、大きな吸着力は得られない。

【００１５】本発明によれば、焼結体への添加剤として、イッテルビウム（Ｙｂ）を用いると、焼結体中においてＹｂが価数変化することによって、１００℃から２５０℃の温度範囲において体積固有抵抗率が10^{9}～10^{12}Ω・ｃｍとなる特異的な挙動を有するものと考えられる。かかる挙動は、Ｙｂ特有のものであって、従来から窒化ケイ素の焼結助剤として用いられているＹ$_2$Ｏ$_3$、Ｌａ$_2$Ｏ$_3$、Ｓｃ$_2$Ｏ$_3$、Ｓｍ$_2$Ｏ$_3$、Ｇｄ$_2$Ｏ$_3$、Ｎｄ$_2$Ｏ$_3$、Ｈｏ$_2$Ｏ$_3$、Ｅｒ$_2$Ｏ$_3$、Ｔｍ$_2$Ｏ$_3$、Ｌｕ$_2$Ｏ$_3$等では抵抗の変化は生じないことを確認した。

【００１６】本発明によれば、Ｙｂ添加系の窒化ケイ素質焼結体を吸着面に採用することにより、１００℃から２５０℃の温度範囲において優れた吸着特性を有するとともに、窒化ケイ素質焼結体の優れた熱伝導性、高強度、高耐熱衝撃性を具備する静電チャックを得ることができる。

【００１７】

【発明の実施の形態】本発明の静電チャック１は、図１に示すように、室温における体積固有抵抗が10^{11}Ωｃｍ以上のアルミナ、窒化アルミニウム、窒化ケイ素などのセラミックスからなる絶縁基体２の表面に電圧が印加される電極層４が形成され、さらにその電極層４上にセラミック抵抗体からなる誘電体層３が形成されている。

【００１８】誘電体層３は、少なくともシリコンウエハ１０等の被固定物の吸着面５、あるいは半導体製造装置内に露出している絶縁基体２面全体に形成される。なお、絶縁基体２内にはヒータを内蔵させても何ら差し支えない。さらには冷却媒体の流路を設けて静電チャックを冷却することも可能である。

【００１９】本発明において、誘電体層３は、窒化ケイ素を主体とし、イッテルビウム（Ｙｂ）を酸化物換算で１～２０モル%、特に２～７モル%の割合で含有する焼結体から構成される。また、この焼結体は、少なくとも１００℃から２５０℃の体積固有抵抗が10^{9}～10^{12}Ωｃｍの特性を具備するものである。

【００２０】このような窒化ケイ素質焼結体は、窒化ケイ素主原料に対して、酸化イッテルビウム（Ｙ$_2$Ｏ$_3$）１～２０モル%、特に２～７モル%の割合で添加混合した混合物に、適宜有機バインダーを添加し、これを所望の成形手段、例えば、金型プレス，冷間静水圧プレス，押出し成形等により任意の形状に成形する。

【００２１】その後、窒素などの非酸化性雰囲気中で１６００～２０００℃の温度で焼成することにより、相対密度９５%以上の焼結体を作製することができる。なお、焼成にあたっては、焼成温度が２０００℃を越えると窒化ケイ素が分解することから、窒素を５気圧以上に加圧した雰囲気中で焼成することが必要である。焼成方法としは、常圧焼成法、窒素ガス加圧焼成法、ホットプレス法、熱間静水圧焼成法などが採用できる。

【００２２】また、静電チャックを作製するには、好適には、絶縁基体２を窒化ケイ素に対してＹｂなどの価数変化しない、Ｙ$_2$Ｏ$_3$、Ｅｒ$_2$Ｏ$_3$、Ｓｍ$_2$Ｏ$_3$等の希土類元素酸化物を１～２０モル%添加して成形体を作製して上記と同様にして体積固有抵抗が10^{11}Ωｃｍ以上の焼結体によって形成することが望ましく、その場合、電極層４は、タングステン、モリブデンなどの高融点金属を絶縁基体２の成形体表面に印刷塗布して基体と同時焼成することにより作製することができる。

【００２３】なお、上記の電極層４を具備する絶縁基体２と、低抵抗の誘電体層３とは、焼成後に接合するか、あるいは成形体同士で接合後、同時焼成して一体化することも可能である。

【００２４】本発明によれば、該セラミック材料を静電チャックとして使用した場合について説明したが、本発明のセラミック抵抗体はその他に静電気を防止するための部品として、例えば半導体製造装置におけるウエハ搬送用アーム、ウエハハンドリング用治具の他にヒータ材料、真空管外囲管などにも使用することができる。

【００２５】

【実施例】平均粒径０．５μｍ、酸素含有量１．２重量%の窒化ケイ素粉末に対して種々の添加剤を表１に示すような比率で添加混合した後、プレス成形によって直径が２００ｍｍの円板状成形体を作製しこの成形体を９気圧の窒素雰囲気中１９００℃で焼成した。

【００２６】得られた焼結体を２ｍｍ厚みに加工した後、相対密度をアルキメデス法により測定するとともに、体積固有抵抗の測定を行った。

【００２７】抵抗測定は、焼結体を真空中４００℃のアニールの後に、乾燥した窒素を導入し、窒素雰囲気の降温時に測定を行った。そして、１００℃から２５０℃までの体積固有抵抗を測定し、10^{9}～10^{12}Ωｃｍの範囲内の特性を有するものに○、10^{9}～10^{12}Ωｃｍの範囲内から逸脱するものを×として表１に示した。

【００２８】また、上記の各焼結体を静電チャックの吸着面として形成し、窒化ケイ素にＹ$_2$Ｏ$_3$を３モル%添加した絶縁基体成形体に、タングステンを電極として内蔵した基板成形体の表面に、上記の各成形体を静電チャックの吸着面として積層圧着して前記条件で同時焼成した後、吸着面を研磨加工して外径２００ｍｍの静電チャックを作製した。

【００２９】そして、その静電チャックに対して、１５０℃において、８インチ径のシリコンウエハを載置して静電吸着用電極との間に３００Ｖの電圧を印加することによりウエハを吸着面に吸着保持させ、その状態でシリ＊コンウエハを剥がすのに必要な力を吸着力として測定し、その結果を表１に示した。

【００３０】

【表１】

Ｎｏ	添加剤　添加量（モル％）	熱伝導率（W/mK）	抗折強度（MPa）	相対密度（％）	抵抗	150℃吸着力（kg/cm²）
＊１	Yb_2O_3　0.5	５０	５５０	９４	×	１２
２	Yb_2O_3　1.0	６３	６２０	９６	○	３２０
３	Yb_2O_3　2.0	７０	８２０	１００	○	３３０
４	Yb_2O_3　5.0	６５	８３０	１００	○	３２７
５	Yb_2O_3　8.0	６０	７５０	１００	○	３３１
６	Yb_2O_3　10.0	５５	６５０	９８	○	３３３
７	Yb_2O_3　15.0	５３	６５０	９９	○	３４８
８	Yb_2O_3　20.0	５０	６５０	９９	○	４００
＊９	Yb_2O_3　25.0	３０	５００	９９	×	１８０
＊１０	Y_2O_3　5.0	３５	７００	９９	×	１０
＊１１	Er_2O_3　5.0	６０	７８０	９９	×	６
＊１２	Sm_2O_3　5.0	５５	７６０	９９	×	８
＊１３	Al_2O_3 焼結体	１８	３１０	９９	×	３
＊１４	AlN　焼結体	８６	２８０	９８	×	５

＊印は本発明の範囲外の試料を示す。

【００３１】表１の結果から明らかなように、セラミックスの抵抗と吸着力は、焼結体の組成によって変化し、Yb_2O_3が１～２０モル％の試料No.２～８はいずれも、１００℃から２５０℃の温度範囲において体積固有抵抗率が10^9～10^{12}Ω・ｃｍの特性を有するものであり、高い吸着性を示した。これに対して、Yb_2O_3が１モル％よりも少ない試料No.１は、体積固有抵抗が高く、吸着力も不十分であった。Yb_2O_3が２０モル％を越える試料No.９では、抵抗が低くなりすぎ、吸着力が低いものであった。

【００３２】また、Ｙｂと同じ希土類元素であるＹ、Ｅｒ、Ｓｍを用いた試料No.１０～１２およびAl_2O_3焼結体とＡｌＮ焼結体の試料No.１３、１４では、抵抗が10^{14}Ωｃｍを越えるものであり、小さな吸着力しかなかった。

【００３３】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明によれば、静電チャックの吸着面を、Ｙｂを特定の比率で含有する窒化ケイ素質焼結体により形成することにより、半導体製造過程において少なくとも１００℃から２５０℃にわたる温度領域において安定した吸着特性を有し、残留吸着力もなく、しかも優れた強度と耐衝撃性を具備する静電チャックを提供できる。したがって、静電チャックとして優れた信頼性と長期安定性が得られる。

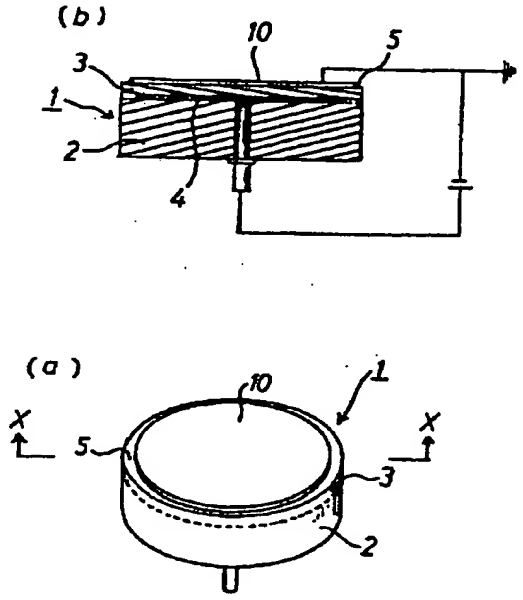
【図面の簡単な説明】

【図１】（ａ）は本発明の静電チャックの斜視図、（ｂ）は（ａ）のＸ－Ｘ線断面図である。

【符号の説明】

１　静電チャック
２　絶縁基体
３　誘電体層
４　電極層
５　吸着面
１０　シリコンウエハ

【図１】



フロントページの続き

(72)発明者　浜山　康三
鹿児島県国分市山下町１番４号　京セラ株式会社総合研究所内